XI. *Obſervations on the total (with Duration) and annular Eclipſe of the Sun, taken on the 24th of* June, 1778, *on Board the* Eſpagne, *being the Admiral's Ship of the Fleet of* New Spain, *in the Paſſage from the* Azores *towards* Cape St. Vincent's. *By Don* Antonio Ulloa, F. R. S. *Commander of the ſaid Squadron; communicated by* Samuel Horſley, *LL.D. F. R. S.*

Read December 24, 1778.

THE public prints will have given notice of my arrival at this port, with the fleet under my command, on the 29th of June laſt. A very favourable, though

---

Obſervations de l'Eclipſe du Soleil totale avec Retenſion et Annulaire faites le 24^{e} Juin 1778; *ſur le Vaiſſeau* l'Eſpagne *Commandant l'Eſcadre de la Flotte de la* Nouvelle Eſpagne, *en faiſant le trajet des* Iſles Terceres *vers le* Cap St. Vincent. *Par* Don Antonio de Ulloa *chef d'Eſcadre et Commandant General de la ditte Flotte, Membre de la Societé Royale de* Londres.

ON aura appris par les nouvelles publiques, que je ſuis rentré dans ce port le 29^{e} du mois paſſé avec la flotte de la Nouvelle Eſpagne ſous mon commandement. Le trajet dans mon retour, qui a été long mais trés heureux, m'a été favo-

though long, paſſage gave me the opportunity of obſerving at ſea the eclipſe of the Sun, which was accompanied by a phenomenon obſerved by few aſtronomers, and which I myſelf ſaw for the firſt time; to wit, the luminous Annulus which ſurrounds the diſk of the Moon: the following is a deſcription of this appearance, one of the moſt beautiful that can be conceived.

The motion of the ſhip prevented our obſerving the beginning of the eclipſe, by reaſon of the difficulty there was in keeping the Solar image and a part of that of the Moon within the field of the teleſcope; the object vaniſhed every inſtant, and it was not till after ſeveral fruitleſs trials that I could get it again. Beſides this, the arms grew tired of holding up the teleſcope and ſmoaked glaſs, which could not be reſted upon any thing from the neceſſity there was of moving the teleſcope in a contrary

---

rable pour obſerver en mer l'Eclipſe du ſoleil accompagnée d'un phenomene très particulier que j'ai vu, pour la prémiere fois et que peu d' aſtronomes, ont obſervé, juſqu' á préſent: c'eſt l'anneau lumineux autour du diſque de la lune, phenomène des plus frapans et des plus beau à la vue; en voici la deſcription:

Le mouvement du vaiſſeau ne permit pas d'obſerver le commencement de l'eclipſe, par la difficulté de conſerver le corps ſolaire et une partie de celui de la Lune dans le champ de la Lunette; l'objet m'échapoit à tout moment, et je ne le ratrapois qu'après bien des recherches. Outre cela, les bras ſe fatiguoient à ſoutenir en l'air la lunette et le verre obſcur, qu'on ne pouvoit apuyer, parce qu'il falloit

trary direction to that of the ſhip. I had no other calculations but thoſe to be met with in the *Connoiſſance des Tems*, which I did not find very exact, owing either to ſome error in the calculations themſelves, or to the longitude of the ſhip's place not having been accurately determined in that book: I found a pretty ſenſible difference in the hour ſet down for the beginning of the eclipſe. I obſerved the total obſcurity of the Sun's diſk at 44 minutes paſt three, the beginning of the emerſion at 48 minutes after three, the end of the eclipſe at 48 minutes after four; conſequently, the middle of it muſt have been at 46 minutes after three, or thereabouts: the total obſcurity laſted four minutes, a ſufficient time for obſerving the ring which was formed round the Moon.

Five

---

falloit faire avec la Lunette un mouvement contraire à celui du vaiſſeau. Je n'avois d'autres calculs que celui de *la Connoiſſance des Tems* que je ne trouvois pas de la derniére préciſion, ſoit qu'il ſe trouve quelque erreur dans le calcul, ſoit que la longitude eſtimée du lieu ou le vaiſſeau ſetrouvoit ne fuſſe pas la veritable. Je trouvois une difference aſſez ſenſible ſur l'heure indiquée pour ſon commencement; J'obſervai la totale obſcurité du diſque du Soleil à 3 heures 44 min., le commencement de l'emerſion à 3 h. 48 m. la fin de l'eclipſe à 4 h. 48 m. par conſéquent le milieu devoit être à 3 h. 46 m. ou environ. La durée de l'eclipſe totale du Soleil fut de 4 minutes, intervale ſuffiſant pour obſerver l'anneau qui ſe forma autour de la Lune.

5 ou

Five or ſix ſeconds after the immerſion we began to obſerve round the Moon a very brilliant circle of light, which ſeemed to have a rapid circular motion ſomething ſimilar to that of a rocket turning about its center. This light became livelier and more dazzling in proportion as the center of the Moon approached to that of the Sun, and about the middle of the eclipſe it was of the breadth of about a ſixth of the Moon's diameter. Out of this luminous circle there iſſued forth rays of light, which reached to the diſtance of a diameter of the Moon, ſometimes more, ſometimes leſs, which made me think that they were parts of a weaker light which were reflected in an atmoſphere more ſubtle than that in which the ring was formed. When the centers of the two planets began to ſeparate, the diminution began, and took

---

5 ou 6 ſecondes après que l'immerſion eut été faite on commença à decouvrir autour de la Lune un cercle de lumiére très brillant qui ſembloit avoir un mouvement rapide circulaire, ſemblable a celui d'un artifice embraſé mis en jeu ſur ſon centre. Cette lumiére devint plus vive et plus éblouiſſante à meſure que le centre de la Lune aprochoit de celui du Soleil; et dans le temps que l'eclipſe fut à ſon milieu elle étoit large de deux doigs du diametre de la Lune, ou comme la ſixiéme partie du dit diamêtre. De ce cercle lumineux partoient des rayons de lumiére de toute ſa circomférence, perceptibles juſqu' à la diſtance d'un diamêtre de la Lune; tantôt plus, tantôt moins, ce qui me fit penſer que cétoit des parties de lumiére plus foibles qui s'imprimoient dans un atmoſphere plus ſubtil que celui ou étoit formé l'anneau. Lorſque les centres des deux planêtes commencérent à s'ecarter, la diminution commença et ſe fit graduellement dans le même

took place gradually in the ſame order which had been obſerved at its beginning and during the progreſs of it. It diſappeared entirely four or five ſeconds before the emerſion. The colour of the light was not the ſame every where; the part immediately joining the diſk of the Moon was of a reddiſh caſt, from thence it changed towards a pale yellow, which about the middle began to clear till, at the external extremity, it ended in an almoſt entire white. It was equally brilliant throughout, and the whirling motion, common to all the parts of it, ſeemed to change the form and poſition of the rays which appeared to the eye ſometimes larger, ſometimes ſhorter, at the ſame time that there was no change either in the colours of the ring themſelves, or in the arrangement of them, both which continued as I have deſcribed them.

For

---

même ordre qui ſ'étoit obſervé dans ſon commencement et ſes progrès : il diſparut entiérement 4 ou 5 ſeçondes avant l'emerſion. La couleur de la lumiére n'etoit pas la même partout : la partie immediate au diſque de la Lune étoit couleur rougeatre, enſuite elle tiroit ſur le jaune pâle; et depuis le milieu juſqu'à l'extrêmité extérieure cette couleur jaune ſ'éclairciſſoit inſenſiblement juſqu'à tirer en fin tout a fait ſur le blanc. Elle étoit également brillante partout; et ſon mouvement de tourbillon, commun à toutes ſes parties paroiſſoit changer la forme et la poſition des rayons en les préſentant à la vue, tantôt plus courts, tantôt plus longs, ſans cependant occaſionner de changement dans les couleurs de l'anneau et leur arrangement qui reſtoit le même que je viens de détailler.

Quatre

For four or five ſeconds before the appearance of the ſhining ring, and during as many after it had diſappeared, one could ſee the ſtars of the firſt and ſecond magnitude as at the entrance of the night; but when it was in its greateſt degree of brilliancy, only thoſe of the firſt magnitude could be diſcovered. The darkneſs was ſuch, that perſons who were aſleep, and happened to wake, thought that they had ſlept the whole evening, and only waked when the night was pretty far advanced. The fowls, birds, and other animals on board took their uſual poſition for ſleeping as if it had been night.

Before the edge of the Sun's diſk emerged from that of the Moon, there was diſcovered near that of the latter a very ſmall point of that of the Sun; it was imperceptible to the naked eye, but having looked at it with

---

Quatre ou cinq ſecondes avant de voir paroitre l'anneau brillant, et autant après ſa ſupreſſion l'on vit, comme à l'entrée de la nuit, les etoiles de la 1^{ere} et de la 2de grandeur; mais lors qu'il étoit dans ſon brillant on ne voyoit que celles de la 1^{ere}. L'obſcurité fut au point que des perſonnes qui dormoient et qui ſ'eveillérent crurent à leur grand étonnement d'avoir dormi toute la ſoirée et de ne ſ'être éveillées qu' aſſez avant dans la nuit. Les poules, les oiſeaux et les autres animaux prirent leur poſition ordinaire pour dormir comme ſi c'eut été la nuit.

Avant que le bord du diſque du Soleil parut par celui de la Lune, on decouvrit près de celleci un tres petit point de celui du Soleil imperceptible à la vue; mais l'ayant diſtingué par le ſecours de la lunette, je l'eſtimai d'abord de la grandeur

with the glaſs I eſtimated it at firſt to be about the magnitude of a ſtar of the fourth order; after which it ſeemed to increaſe to that of one of the third. Its firſt appearance, to wit, that before the edge of the Sun emerged from that of the Moon, laſted about a minute and a quarter, the luminous circle was ſtill viſible though already much weaker than it had been.

The reddiſh colour of the ring towards the Lunar diſk, its deep yellow towards the middle, its clear and very pale yellow at the external extremity, its uniform circumference, and the rays iſſuing from it to the diſtance taken notice of above, convince me that the whole is the effect of the Lunar atmoſphere, which is of a ſubſtance different from that of the earth, that is, more tranſparent, more homogeneous, more uniform, and fitter

---

grandéur d'une etoile de la 4^e claſſe; et enſuite il me parut augmenter juſqu'à la grandeur de celles de la 3^e. Sa prémiére apparition, c'eſt à dire avant que le bord du Soleil parut par celui de la Lune, fut de la durée d'environ une minute et un quart: le cercle lumineux ſubſiſtoit encore quoique deja affoibli.

La couleur rougeatre de l'anneau proche du diſque de la Lune, jaunatre comme couleur d'or vers le milieu, jaune clair et tres affoibli vers ſa partie extérieure; ſa circonferéncé egale, et les rayons qui partent de cet anneau à la diſtance ditte ci deſſus perſuadent que le tout eſt l'effet de l'atmoſphere de la Lune, laquelle eſt de matiére differente de celle de la terre; plus tranſparente, plus nette, plus egale et plus propre à réfléchir les rayons de lumiére que celle ci; autrement, l'anneau n'auroit pas été également clair, brillant et coloré dans la circonference entiére du diſque de la lune. On ne peut pas dire que cet anneau lumineux ſoit l'effet

ter for reflecting the rays of light, ſince otherwiſe the ring would not have been equally clear, ſhining, and coloured throughout the whole circumference of the Lunar diſk. It cannot be ſaid, that this luminous ring is the effect of the rays of the Sun reflected by the atmoſphere of the earth, becauſe the apparent diameter of the Sun is ſmaller than that of the Moon, whoſe diſk entirely hid that of the Sun. Beſides, if the luminous circle had been made by the atmoſphere of the earth, its colours would have been like thoſe of the rainbow, and it would have appeared fixed without motion, inſtead of which, that which was ſeen is the ſame as that which is ſeen by the naked eye upon the Sun when it is juſt above the horizon a little after Sun-riſe or before Sun-ſet, ſo that one may conclude, that this luminous circle is a part of the diſk of the Sun ſeen after refraction through the atmoſphere of the Moon.

The

---

l'effet des rayons du Soleil reflechis ſur l'atmoſphere de la Terre, puiſque le diamêtre apparent du Soleil eſt plus petit que celui de la Lune, dont le diſque cachoit entiérement à nos regard ou à ceux du globe terreſtre celui du Soleil. D'ailleurs, ſi cétoit ſur l'atmoſphere de la Terre que le cercle lumineux fut formé, ce cercle auroit été ſemblable dans ſes couleurs à l'arc-en-ciel, et il auroit paru fixe ſans mouvement; au lieu que celui qui a été aperçu eſt le même qu'on diſtingue dans le Soleil en le regardant directement avec la ſimple vue ſur l'horizon peu après ſon lever ou un peu avant ſon coucher: enſorte qu'on peut conclure que ce cercle lumineux eſt une partie du diſque du Soleil vu par refraction ſur l'atmoſphere de la Lune.

The point of the Sun's diſk, which was ſeen before its limb began to emerge from that of the Moon, is a very extraordinary phenomenon which I was not acquainted with before. In order to obviate all doubts which might ariſe about it, I muſt mention that we were three obſervers, Don JOACHIN D'ARANDA, Lieutenant WINTUYSEN, and I. Mr. D'ARANDA, who was looking at the eclipſe through a two-foot teleſcope about the end of the total obſcurity, was the firſt who perceived it. He, not knowing what it was, told me, that the total obſcurity drew near an end, becauſe he diſcovered a ſmall point of the Sun, like a ſtar, on the edge of the Moon. I looked immediately with the naked eye, and ſaw nothing. I then took out a ſpy glaſs, with which I ſaw as much. At length I took out my teleſcope of two feet and a half, and did diſcover with that a red luminous point ſo near the

---

Le point du diſque du Soleil, vu avant que ſon limbe euſſe commencé à paroitre par celui de la Lune, eſt un phenomène tres particulier et dont je n'avois pas connoiſſance. Pour prevenir les doutes qui peuvent ſe lever je dois dire que nous étions trois perſonnes à obſerver l'eclipſe: M. M. Don JOACHIN DE ARANDA Cap. de frégate de l'armée, et pilotte major de la flotte; Don P. WINTUISEN lieutenant de vaiſſeau et major de la ditte flotte, et moi. Mr. D'ARANDA, en regardant l'eclipſe vers la fin de la totale obſcurité avec ſa lunette de deux pieds, fut celui qui l'aperçut le premier: Il me dit, ne ſachant ce que c'étoit, que la totale obſcurité étoit près de finir, parce qu'il voyoit un petit point du Soleil ſur le bord de la Lune ſemblable à une etoile. Je regardai d'abord avec la vue,

the edge of the Moon, that it left me no doubts of its belonging to the body of the Sun. I, at that time, eſtimated it to be about the ſize of a ſtar of the third magnitude; and imagine, that when Mr. D'ARANDA diſcovered it, it muſt have been like one of the fourth. This point gradually increaſed, and when it became of the bigneſs of a ſtar of the ſecond magnitude, the edge of the Sun emerged from that of the Moon. The interval between the firſt diſcovery of this point and the beginning of the emerſion was about a minute and a quarter. This apparition of the Sun, before the beginning of the emerſion, can only have taken place through ſome crevice or inequality on the limb of the Moon, not perceivable at the full Moon, by reaſon of the reflected rays which croſs each other, and confuſe it; whereas at the time of the eclipſe,

---

et je n' aperçu rien: Je tirai une lorgnette de la poche et je n'en vis pas d'avantage; enfin je pris ma Lunette de $2\frac{1}{2}$ pieds avec laquelle je découvris effectivement un point rouge et lumineux tres proche du bord de la Lune qui ne me laiſſa aucun doute que ce ne fut le corps du Soleil. Je l'eſtimai pour lors comme une etoile de la 3^e grandeur, et je préſume que lors que M. D' ARANDA la découvrit, elle pouvoit paroitre comme une étoile de la 4^e grandeur. Ce point grandit ſucceſſivement; et lorqu'il pouvoit être jugé comme une etoile de la 2^e grandeur le bord du Soleil parût par celui de la Lune. L'intervale qu'il y eut entre la 1^{ere} viſion de ce point et le commencement de l'emerſion fut d'une minute et un quart. Cette apparition du Soleil avant le commencement de l'emerſion ne peut avoir eu lieu qu'a travers de quelque fente ou inégalité qui ſe trouve ſur le limbe de la Lune, et qui eſt imperceptible lors du plenilune à cauſe des rayons reflechis qui ſe croiſent et confondent la ditte ouverture; au lieu que dans le tems

eclipſe, the Moon's body being entirely obſcured, the light of the Sun is behind, and comes through the ſmalleſt openings in the diſk without any confuſion.

The time elapſed between the firſt appearance of the Sun's body through the aperture of the limb of the Moon and the appearance of the limb of the Sun out of that of the Moon will ſerve to determine the depth of the ſaid chink, aperture, or inequality, which is equal to the height of the eminencies which form it.

The luminous point was towards the North-weſt part of the Moon's diſk, a little more to the North than the part of its limb through which that of the Sun appeared at the beginning of the emerſion; and it is remarkable, that no other luminous ſpeck was perceived in the diſk beſides this. This aperture is therefore the only one in that part of the diſk through which the emerſion was to

---

tems de l'eclipſe le corps de la Lune ſe trouvant entiérement obſcurci, la lumiére du Soleil ſe trouve par derriére et perce ſans confuſion par les plus petites ouvertures du diſque de cet aſtre.

Le tems qui ſ'eſt écoulé depuis la premiére apparition du corps du Soleil par l'ouverture du limbe de la Lune juſqu'à l'apparition du limbe du Soleil par celui de la Lune ſervira à determiner la profondeur de la ditte fente, ouverture, ou inégalité qui eſt égale à la hauteur des éminences qui la forment.

Le dit point lumineux étoit à la partie du Nord-Oueſt du diſque de la Lune, un peu plus au nord de l'endroit de ſon limbe par ou ſe fit voir celui du Soleil au commencement de l'emerſion ; et il eſt à remarquer qu'on n'aperçut pas d'autre point lumineux dans le diſque de la Lune que celui là : ainſi cette ouverture eſt unique

to begin; from whence one may be certain, that throughout the fourth part of the Moon's circumference, reaching from North to Weſt, there is not any perceptible breaks in its limb beſides that which was then obſerved. There can be no doubt but that the luminous ſpeck which appeared through the aperture was part of the Sun's body; this is demonſtrated, by the red fiery colour (the ſame as that which is ſeen when this luminary is looked at through a ſmoaked glaſs) by its gradual increaſe, in proportion as the limb of the Sun came near that of the Moon, and in ſhort by the colour, which at its emerging was juſt the ſame as that which had been ſeen through the opening.

It remains to be mentioned, that on the 24th day of July, the day on which I made the above obſervation

---

unique dans la partie du diſque par ou devoit commencer l'emerſion, et on peut aſſurer que dans la quatrieme partie de la circonference de la Lune, il n'y a pas dans ſon Limbe, depuis le Nord juſqu'à l'oueſt d'autres fentes perceptibles que celle qui fut obſervée. Il n'y a point de doute que le point lumineux qui parut à travers l'ouverture ne fut le corps du Soleil; Cela eſt démontré par la couleur de feu trés rouge, la même qui ſe voit quand on regarde cet Aſtre à travers d'un verre obſcurci, par la gradation qui eut lieu dans ſon accroiſſement à meſure que le Limbe du Soleil aprochoit de celui de la Lune, et enfin, par la couleur du Soleil, qui lors qu'il deborda fut la même que celle qui ſ'étoit vue à travers de l'ouverture.

Il me reſte à dire que le 24^e Juin, jour que je fis cette obſervation à bord du Vaiſſeau vation on board the Eſpagne, the aforeſaid ſhip's latitude was 37° 14″ North, meaſured the ſame day; that ſince noon it had ſailed direct Eaſt; that from the end of the eclipſe to its being in the meridian of Cape St. Vincent it had ſailed 301 ſea miles Eaſt, making 100 ſea leagues, reckoning 20 leagues to a degree, remains to be known the difference of meridians of the ſaid Cape and the meridian of the different obſervatories of the capital cities of Europe, in order to determine the part of the ſea in which the obſervation was made relatively to the obſervatories.

The ſolar ſpots were ſeen very diſtinctly both before and after the eclipſe; there were ſix of them in all: two very near each other on the Eaſtern part of the diſk; two towards the middle of the diſk, likewiſe very near one another;

Vaiſſeau l'Eſpagne commandant l'eſcadre de la flotte de Vera Cruz, ce V^{au} étoit par 37 degrés 14 minutes de Latitude Septentrionale, obſervée le même jour; que depuis le Midy il avoit fait route a l'eſt directement; que depuis la fin de l'Eclipſe juſqu'à être nord ſud avec le Cap St. Vincent il a navigué à l'eſt 301 milles maritimes qui font 100 ⅓ lieues maritimes de 20 au degré; reſte à ſavoir la difference de Méridien entre le dit Cap et les different Obſervatoires des villes capitales de l'Europe, pour determiner l'endroit à la mer ou l'obſervation fut faite relativement aux dits Obſervatoires.

Les taches du Soleil furent vues tres diſtinctement avant et après l'Eclipſe; elles étoient au nombre de ſix: deux à la partie de l'eſt du diſque peu diſtantes l'une de l' autre: deux vers le milieu du diſque auſſi aſſez près l'une de l'autre: et another; and two towards the North, verging towards the North-weſt.

The corrected altitude of the center of the Sun above the horizon, taken at the moment the eclipſe ended, was 36° 31″. The atmoſphere was very clear; the wind WNW, and not very ſtrong. No clouds were viſible, as is often the caſe at the ſea, nor were there any till near ſix, when there aroſe ſome juſt above the horizon.

The luminous ring made ſo ſtrong an impreſſion on me, as well from the beauty and brightneſs of its colour as from its rapid and uniform circular motion that I could neither reckon the ſtars viſible in each interval from the total obſcurity to the end of the eclipſe, nor make ſeveral other obſervations on the colour and vivacity of their light.

---

et deux enfin vers la partie du Nord un peu vers Nordoueſt.

La hauteur corrigée du centre du Soleil ſur l'horizon, priſe au moment que l'Eclipſe finit étoit 36 degres 31 m. L'atmoſphere étoit très net et l'air de l'Oueſt Nord-Oueſt de moyenne force; on ne voyoit aucun nuage comme cela arrive ſouvent en mer; ce ne fut que vers les ſix heures qu'il ſ'en forma quelques uns ſur l'horizon.

L'anneau lumineux me fit une impreſſion ſi agreable tant par la beauté et l'eclat de ſa couleur que par ſon mouvement circulaire uniforme et rapide que je ne pus ni compter les etoiles viſibles dans chaque intervale depuis la totale obcurité juſqu'á la fin, ni faire d'autres obſervations ſur la couleur et la vivacité de leur lumiére: Je m'attachai uniquement à l'anneau et enſuite au point lumineux

light. All I attended to was, firſt, the ring, and then the luminous ſpeck which appeared through the diſk of the Sun. Theſe made the ſame impreſſion on all who obſerved with me.

It is not eaſy to make celeſtial obſervations at ſea with the ſame preciſion and delicacy as they are made at land, on account of the motion of the ſhip, and want of convenience to uſe the inſtruments. It would have been difficult (even if we had had a Micrometer) to have meaſured either the breadth of the ring, in order to ſee if it was equal every where, or the diſtance between the luminous ſpeck ſeen on the diſk of the Moon and its limb. I regret, however, exceedingly not having been able to make obſervations which would have been of ſuch uſe in aſtronomy.

---

neux du Soleil au travers du diſque de la Lune. Ce raviſſement produiſit le même effet ſur ceux qui obſervoient avec moi.

Il n'eſt pas facile de faire en mer des Obſervations Celeſtes avec autant de préciſion et de delicateſſe qu'on les fait à terre, à cauſe du mouvement du vaiſſeau et de la gène à ſe ſervir des inſtrumens. Il auroit été difficile, quand meme on anroit été pourvu d'un Micromêtre, de meſurer la largeur de l'anneau pour examiner ſ'il étoit égal partout, comme auſſi la diſtance du point lumineux vu ſur le diſque de la Lune juſqu'a ſon limbe. J'ai bien du regret de n'avoir pu faire ces obſervations qui auroient été d'un grand avantage pour la Phiſique des aſtres.